

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-042839

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/00

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-223194

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 25.07.2000

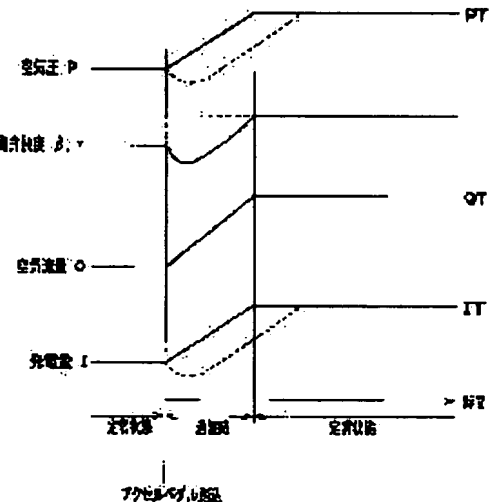
(72)Inventor : KUROSAKI KOJI
UEHARA JUNJI

(54) FUEL CELL SYSTEM AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system preventing anode-cathode differential pressure in the fuel cell from increasing in a transitional time, till the air flow toward a cathode inlet side of the fuel cell reaches a target air flow and solving the time delay till the air pressure in a cathode inlet side reaches a target air pressure, and to provide its control method.

SOLUTION: When the air flow Q toward the cathode inlet side and the air pressure P are controlled to the target air flow QT and the target air pressure PT in change in the generated energy of the fuel cell, the air pressure P is successively controlled to the target air pressure PT corresponding to the air flow Q gradually changing toward the target air flow QT , in the transitional time when the air flow Q reaches the target air flow QT .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A fuel cell and the supercharger which feeds air to the cathode entrance side of a fuel cell, The back pressure of the air discharged from the cathode outlet side of a fuel cell A controllable back-pressure control valve, The flow rate sensor which detects the air flow rate to said cathode entrance side, and an air control-of-flow means to control the air flow rate to said cathode entrance side by controlling the rotational speed of said supercharger to the target air flow rate according to the amount of target generations of electrical energy of a fuel cell, In the fuel cell system equipped with a pneumatic-control means to control the pneumatic pressure of said cathode entrance side by controlling whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] to the target pneumatic pressure according to said target air flow rate In the transient from which said air flow rate changes gradually toward a target air flow rate with change of said amount of target generations of electrical energy The fuel cell system characterized by establishing the transient space-time atmospheric-pressure control means which controls said pneumatic pressure to target pneumatic pressure serially by controlling sequentially whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] corresponding to change of the air flow rate serially detected by said flow rate sensor.

[Claim 2] It is the fuel cell system characterized by being the fuel cell system indicated by claim 1, and said transient space-time atmospheric-pressure control means controlling sequentially whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] according to the air flow rate serially detected by said flow rate sensor, and said target pneumatic pressure.

[Claim 3] It is the fuel cell system characterized by being the fuel cell system indicated by claim 1 or claim 2, and said transient space-time atmospheric-pressure control means continuing actuation until said air flow rate reaches a target air flow rate.

[Claim 4] The control approach of the fuel cell system which is the control approach of the fuel cell system which controls the amount of generations of electrical energy of a fuel cell by controlling the flow rate and the pressure of air fed to the cathode entrance side of a fuel cell to a target air flow rate and target pneumatic pressure, and is characterized by to control said pneumatic pressure to target pneumatic pressure serially corresponding to the air flow rate which changes gradually to the transient from which said air flow rate changes gradually toward a target air flow rate with change of the amount of generations of electrical energy of a fuel cell.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel cell system which raised the engine performance in the transient at the time of making the amount of generations of electrical energy fluctuate in detail, and its control approach about the fuel cell system generated by the chemical reaction of hydrogen and oxygen, and its control approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, various kinds of electric vehicles in which it changes to the conventional engine and a drive motor is carried are developed. Development of the fuel cell powered vehicle which carries the hydrogen ion exchange membrane type fuel cell (henceforth a PEM mold fuel cell or a fuel cell) called for short PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) as a power source of a drive motor as one of this kind of the electric vehicles is furthered quickly.

[0003] Said PEM mold fuel cell is constituted as a stack of the structure which carried out the laminating of many cels which are generation-of-electrical-energy units. Said each cel has the structure which put the film and electrode zygote called MEA (Membrane Electrode Assembly) for short between the anode side separator which has a hydrogen supply way, and the cathode side separator which has an oxygen supply way. The laminating of an anode lateral electrode catalyst bed and the gaseous diffusion layer is carried out to one side of the hydrogen ion exchange film of the solid-state polymeric materials called PEM (Proton Exchange Membrane) for short one by one, the laminating of a cathode lateral electrode catalyst bed and the gaseous diffusion layer is carried out one by one, and this MEA is constituted by other one side of said PEM (hydrogen ion exchange film).

[0004] In this kind of PEM mold fuel cell, if hydrogen gas circulates said hydrogen supply way toward an anode outlet side from an anode entrance side and the air containing oxygen circulates said oxygen supply way toward a cathode outlet side from a cathode entrance side, the electromotive force each cel of whose is about 1 V will be generated by a hydrogen ion's penetrating PEM (hydrogen ion exchange film) of MEA of a damp or wet condition from the anode side of each cel, and moving to a cathode side. In the PEM mold fuel cell which has such a generation-of-electrical-energy mechanism, in order to supply air and hydrogen gas continuously and to make a generation of electrical energy continue, the air supply system which feeds air with a supercharger is attached to a cathode entrance side, and the air excretory system which has for example, a back-pressure control valve is attached to the cathode outlet side. Moreover, the hydrogen gas supply system which supplies hydrogen gas by the ejector is attached to the anode entrance side.

[0005] In the fuel cell system by which the air supply system, the air excretory system, and the hydrogen gas supply system were attached to the fuel cell as mentioned above, increase and decrease of the amount of generations of electrical energy (a generation-of-electrical-energy current or generated output) of control are carried out by carrying out increase and decrease of the rotational speed of a supercharger of control, and fluctuating the air flow rate to a cathode entrance side. Since there is a possibility that said PEM (hydrogen ion exchange film which consists of solid-state polymeric materials) which constitutes MEA may be damaged when the electrode differential pressure of the hydrogen gas pressure and pneumatic pressure which act on said both sides of MEA in a fuel cell becomes large in that case, the hydrogen gas pressure of an anode entrance side and the pneumatic pressure of a cathode entrance side are usually controlled, respectively so that said electrode differential pressure becomes in an allowed value. That is, in the conventional fuel cell system, while the rotational speed of the supercharger of said air supply system is controlled by desired value so that the air flow rate to a cathode entrance side turns into a target air flow rate, whenever [valve-opening / of the back-pressure control valve of said air excretory system] is

controlled by desired value so that the pneumatic pressure of a cathode entrance side turns into target pneumatic pressure.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, time amount until the rotational speed of said supercharger reaches desired value and whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] reaches desired value compared with time amount until the air flow rate to a cathode entrance side turns into a target air flow rate is short in each stage. Nevertheless, in the conventional fuel cell system, whenever [valve-opening / of a back-pressure control valve] is rapidly controlled to desired value to become the target pneumatic pressure corresponding to a target air flow rate. For example, whenever [back-pressure control valve-opening], as shown in drawing 5 , in case air flow Q is increased to predetermined target air flow Q_T , γ is rapidly controlled to the desired value corresponding to target air flow Q_T so that a broken line shows. For this reason, in a transient until air flow Q reaches target air flow Q_T , a back-pressure control valve will open to an excess previously to whenever [valve-opening / of the desired value corresponding to the amount Q_T of target airstream ON], and will miss the pneumatic pressure P of the air fed by the supercharger to a cathode entrance side to the downstream of a back-pressure control valve. Consequently, once the pneumatic pressure P of a cathode entrance side falls, it turns into the target pneumatic pressure P_T , and the behavior that the pressure buildup is overdue is shown. In addition, in case air flow Q is decreased to predetermined target air flow Q_T , once pneumatic pressure P rises in a transient until air flow Q reaches target air flow Q_T , it becomes the target pneumatic pressure P_T , and the behavior that the pressure drop is overdue is shown.

[0007] Thus, in the conventional fuel cell system, since it sets to the transient at the time of making the air flow rate to a cathode entrance side fluctuate to a target air flow rate according to the change in the amount of generations of electrical energy and the pneumatic pressure of a cathode entrance side once falls or rises, there is a problem that the electrode differential pressure in a fuel cell (differential pressure by the side of the anode impressed to PEM of MEA and a cathode) increases. Moreover, by the time the pneumatic pressure of a cathode entrance side turns into target pneumatic pressure, there will be time delay, and there is a problem that responsibility is bad.

[0008] Then, this invention makes it a technical problem to offer the fuel cell system which can cancel time delay until it can prevent the rise of the electrode differential pressure in a fuel cell and the pneumatic pressure of a cathode entrance side turns into target pneumatic pressure, and its control approach in a transient until the air flow rate to a cathode entrance side reaches a target air flow rate.

[0009]

[Means for Solving the Problem] As a means to solve the aforementioned technical problem, the fuel cell system concerning this invention A fuel cell and the supercharger which feeds air to the cathode entrance side of a fuel cell, The back pressure of the air discharged from the cathode outlet side of a fuel cell A controllable back-pressure control valve, The flow rate sensor which detects the air flow rate to said cathode entrance side, and an air control-of-flow means to control the air flow rate to said cathode entrance side by controlling the rotational speed of said supercharger to the target air flow rate according to the amount of target generations of electrical energy of a fuel cell, In the fuel cell system equipped with a pneumatic-control means to control the pneumatic pressure of said cathode entrance side by controlling whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] to the target pneumatic pressure according to said target air flow rate In the transient from which said air flow rate changes gradually toward a target air flow rate with change of said amount of target generations of electrical energy It is characterized by establishing the transient space-time atmospheric-pressure control means which controls said pneumatic pressure to target pneumatic pressure serially by controlling sequentially whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] corresponding to change of the air flow rate serially detected by said flow rate sensor.

[0010] In the transient from which the air flow rate to the cathode entrance side of a fuel cell changes gradually toward a target air flow rate with change of said amount of target generations of electrical energy, said transient space-time atmospheric-pressure control means controls the pneumatic pressure of a cathode entrance side by the fuel cell system concerning this invention to target pneumatic pressure serially corresponding to change of the air flow rate to the cathode entrance side serially detected by said flow rate sensor. For this reason, while the rise of the electrode differential pressure in a fuel cell is prevented beforehand, time delay until the pneumatic pressure of a cathode entrance side turns into target pneumatic pressure is canceled.

[0011] In the fuel cell system of this invention, said transient space-time atmospheric-pressure control

means continues actuation until the air flow rate to a cathode entrance side reaches a target air flow rate. In this case, a transient space-time atmospheric-pressure control means controls sequentially whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve] by technique, such as map retrieval, corresponding to the air flow rate serially detected by said flow rate sensor, and the target pneumatic pressure according to said target air flow rate.

[0012] Moreover, the control approach of the fuel cell system concerning this invention as a means to solve the aforementioned technical problem It is the control approach of the fuel cell system which controls the amount of generations of electrical energy of a fuel cell by controlling the flow rate and pressure of air which are fed to the cathode entrance side of a fuel cell to a target air flow rate and target pneumatic pressure. It is characterized by controlling said pneumatic pressure to target pneumatic pressure serially corresponding to the air flow rate which changes gradually at the transient from which said air flow rate changes gradually toward a target air flow rate with change of the amount of generations of electrical energy of a fuel cell.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the fuel cell system applied to this invention with reference to a drawing and its control approach is explained. In the drawing to refer to, the block diagram of the drive system of the car containing the fuel cell system by which drawing 1 was carried in the car as 1 operation gestalt, the functional block diagram of the control system of the fuel cell system which drawing 2 requires for 1 operation gestalt, and drawing 3 are the diagrams showing the relation of the target air flow rate and target pneumatic pressure in the fuel cell system concerning 1 operation gestalt.

[0014] In explaining the fuel cell system concerning 1 operation gestalt, drawing 1 explains first the structure of the drive system of a car which carried this fuel cell system. This car is the so-called fuel cell electric vehicle, and the fuel cell (FC) 3 is carried as a power source of the drive motor (EVM) 2 which carries out the rotation drive of the driving wheel 1. The circuitry of this fuel cell (FC) 3 is carried out so that electric power may be supplied to the drive unit (PDU) 5 and a dc-battery 6 through the high-pressure distributor (DC/DC) 4. And circuitry is carried out so that this drive unit 5 may drive at least drive-motor 7F of said drive motor (EVM) 2 and supercharger (S/C) 7B which carries out a postscript.

[0015] Said fuel cell (FC) 3 is a PEM mold fuel cell of the structure where the laminating of the cel of a large number which are generation-of-electrical-energy units was carried out. The air supply system 7 which supplies air (oxygen) to a cathode entrance side, and the air excretory system 8 which discharges air from a cathode outlet side are attached to this fuel cell (FC) 3. Moreover, the hydrogen gas supply system 9 which supplies hydrogen gas to an anode entrance side is attached to this fuel cell (FC) 3.

[0016] Air cleaner (A/C) 7A, supercharger (S/C) 7B, and intercooler (H/E) 7C are arranged in the air supply system 7 of said fuel cell (FC) 3 toward the downstream from the upstream. and -- this -- air supply -- a system -- seven -- **** -- a supercharger (S/C) -- seven -- B -- the upstream -- setting -- a fuel cell -- (-- FC --) -- three -- a cathode -- an entrance side -- air -- flow Q -- detecting -- a flow rate sensor -- seven -- D -- a fuel cell -- (-- FC --) -- three -- a cathode -- an inlet port -- the neighborhood -- setting -- pneumatic pressure -- P -- detecting -- a pressure sensor -- seven -- E -- preparing -- having -- **** .

[0017] Said air cleaner (A/C) 7A may be the thing of what kind of format, as long as it has the filtering function of inflow air. Intake silencers, such as a resonator, may be arranged in the upstream of this air cleaner (A/C) 7A.

[0018] Said supercharger (S/C) 7B has the rotational-speed range of 0 - 12000rpm, and can change air flow Q linearly according to rotational speed. When the rotation drive of this supercharger (S/C) 7B is carried out by the drive current of the predetermined dee tee ratio to which said drive-motor 7F are supplied from said drive unit (PDU) 5, rotational speed is controlled by the rate of change of 12000 rpm/sec by adjustable.

[0019] Said intercooler (H/E) 7C is constituted possible [heat exchange] between the cooling-fluid-flow systems which cool the cooling-fluid-flow system 2 which is not illustrated, i.e., said drive motor, (EVM), a fuel cell (FC) 3, the high-pressure distributor (DC/DC) 4, the drive unit (PDU) 5, and drive-motor 7F.

[0020] As said flow rate sensor 7D, the air flow meter of various formats, such as a vane type, a Karman's vortex type, and a heat ray type, can be used. Moreover, as said pressure-sensor 7E, the thing of proper formats, such as a semiconductor pressure sensor, can be used.

[0021] Moreover, back-pressure control valve 8A for controlling the pneumatic pressure P of the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 is interposed in the air excretory system 8 of said fuel cell (FC) 3. valve flow coefficient (Capacity of Valve) value of this back-pressure control valve 8A is about 8.5, and the closing motion rate of a valve is 8000 deg/sec extent. And as for this back-pressure control valve 8A, whenever [valve-opening] is controlled by the period in every 10ms.

[0022] On the other hand, hydrogen tank 9A, pressure-control-valve 9B, and ejector 9C are arranged by the hydrogen gas supply system 9 of a fuel cell (FC) 3 toward the downstream from the upstream. In addition, the hydrogen gas discharged from an anode outlet side, without being used for a generation of electrical energy is constituted so that it may flow back to said ejector 9C.

[0023] Here, the fuel cell system concerning 1 operation gestalt inputted the detecting signal at least, respectively from said flow rate sensor 7D, pressure-sensor 7E, and the accelerator sensor 10 that carries out a postscript, and is equipped with the control unit 11 which outputs a control signal to the drive unit (PDU) 5, back-pressure control valve 8A, and pressure-control-valve 9B, respectively. This control unit 11 Said flow rate sensor 7D, pressure-sensor 7E, the accelerator sensor 10, back-pressure control valve 8A, Input/output interface I/O between pressure-control-valve 9B etc., said flow rate sensor 7D, Others [A/D converter / which changes into a digital signal the analog signal inputted from pressure-sensor 7E and the accelerator sensor 10], ROM which has memorized various kinds of data and programs (Read Only Memory), It has as hardware RAM (Random Access Memory) which stores various kinds of data etc. temporarily, CPU (Central ProcessingUnit) which performs various kinds of data processing.

[0024] In said control unit 11, as a software configuration which controls a fuel cell system An air control-of-flow means to control the air flow Q to the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 by controlling the rotational speed of said supercharger (S/C) 7B to the target air flow rate according to the amount of target generations of electrical energy of a fuel cell (FC) 3, A pneumatic-control means to control the pneumatic pressure P of said cathode entrance side to the target pneumatic pressure according to said target air flow rate is constituted by controlling whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve 8A]. Moreover, the hydrogen-gas-pressure control means which controls the hydrogen gas pressure of said anode entrance side to the target hydrogen gas pressure according to said target pneumatic pressure is constituted by controlling whenever [valve-opening / of said pressure-control-valve 9B]. And in the transient from which said air flow Q changes gradually toward a target air flow rate especially with change of said amount of target generations of electrical energy, the transient space-time atmospheric-pressure control means which controls said pneumatic pressure P to target pneumatic pressure serially is constituted by controlling sequentially whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve 8A] corresponding to change of the air flow Q serially detected by said flow rate sensor 7D.

[0025] In order to attain each function of said air control-of-flow means, a pneumatic-control means, a hydrogen-gas-pressure control means, and a transient space-time atmospheric-pressure control means, said control device 11 is equipped with each functional block as shown in drawing 2 . That is, it has amount setting section of target generations of electrical energy 11A, target air-flow-rate setting section 11B, air-flow-rate feedback control section 11C, and drive motor control signal output part 11D as a block which attains the function of an air control-of-flow means. Moreover, it has [whenever / target pneumatic pressure setting section 11E, pneumatic pressure feedback control section 11F, and back-pressure control valve-opening] control signal output section 11K as a block which attains the function of a pneumatic-control means whenever [directions section 11G, input change-over section 11J, and valve-opening]. And it has [whenever / said target pneumatic pressure setting section 11E, input change-over section 11J, and valve-opening] setting section 11H whenever [back-pressure control valve-opening] with control signal output section 11K as a block which attains the function of a transient space-time atmospheric-pressure control means. In addition, it has pressure-control-valve opening setting section 11L and pressure-control-valve opening control signal output section 11M as a block which attains the function of a hydrogen-gas-pressure control means.

[0026] Explanation of each functional block of said control device 11 inputs the accelerator include-angle signal alpha from the accelerator sensor 10 into amount setting section of target generations of electrical energy 11A. This accelerator sensor 10 consists of a potentiometer, and the treading-in include angle of the accelerator pedal (illustration abbreviation) according to the load effect of a fuel cell powered vehicle is detected as an accelerator include angle alpha. And the analog signal of the accelerator include angle alpha which this accelerator sensor 10 outputs is changed into a digital signal, and is inputted into amount setting section of target generations of electrical energy 11A. This amount setting section of target generations of electrical energy 11A carries out map retrieval of the amount of target generations of electrical energy according to the accelerator include-angle signal alpha, and outputs the signal of that amount IT of target generations of electrical energy to target air-flow-rate setting section 11B.

[0027] Target air-flow-rate setting section 11B carries out map retrieval of the air flow rate required to attain the amount IT of target generations of electrical energy based on the signal of the amount IT of target generations of electrical energy inputted from said amount setting section of target generations of electrical

energy 11A, and outputs the signal of the target air flow Q_T to air-flow-rate feedback control section 11C and target pneumatic pressure setting section 11E.

[0028] While the signal of target air flow Q_T from said target air-flow-rate setting section 11B is inputted, the analog signal of the air flow Q which said flow rate sensor 7D outputs is changed into a digital signal, and is inputted into air-flow-rate feedback control section 11C. This air-flow-rate feedback control section 11C outputs the PID-action signal Q_C for completing that deflection as zero quickly to drive motor control signal output part 11D by giving each actuation of proportionality (Proportional), an integral (Integral), and differential (Differential) to the deflection of the air flow Q to said target air flow Q_T .

[0029] Said drive motor control signal output part 11D generates the PWM (Pulse Width Modulation) control signal Q_P for controlling by Pulse Density Modulation the current passed to drive-motor 7F based on said PID-action signal Q_C , and outputs this to the drive unit (PDU) 5.

[0030] Said drive unit (PDU) 5 carries out the rotation drive of drive-motor 7F according to a predetermined polarity and the drive current of a duty ratio by carrying out the switching drive of the bridge circuit of the power FET (Field Effect Transistor) which is not illustrated based on the PWM control signal Q_P from drive motor control signal output part 11D. That is, the rotation drive of drive-motor 7F is carried out so that supercharger (S/C) 7B may attain target air flow Q_T . In addition, based on the signal of the accelerator include angle α of the accelerator sensor 10, although detailed explanation is omitted, said drive unit (PDU) 5 is constituted so that the rotation drive of the drive motor (EVM) 2 may be carried out according to the drive current of a predetermined d_t ratio.

[0031] Target pneumatic pressure setting section 11E carries out map retrieval of the pneumatic pressure required to attain target air flow Q_T with reference to the map of the property shown in drawing 3 based on the signal of target air flow Q_T from said target air-flow-rate setting section 11B in the range of the CV value of said back-pressure control valve 8A. And the signal of the searched target pneumatic pressure P_T is outputted to setting section 11H and pressure-control-valve opening setting section 11L whenever [pneumatic pressure feedback control section 11F and back-pressure control valve-opening].

[0032] While the signal of the target pneumatic pressure P_T from said target pneumatic pressure setting section 11E is inputted, the analog signal of the pneumatic pressure P which said pressure-sensor 7E outputs is changed into a digital signal, and is inputted into pneumatic pressure feedback control section 11F. These pneumatic pressure feedback control section 11F output the PID-action signal P_C for completing that deflection as zero quickly to directions section 11G whenever [back-pressure control valve-opening] by giving each actuation of proportionality (P), an integral (I), and differential (D) to the deflection of the pneumatic pressure P to said target pneumatic pressure P_T .

[0033] Based on said PID-action signal P_C , directions section 11G carry out map retrieval of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A required to attain the target pneumatic pressure P_T within the limits of the CV value of back-pressure control valve 8A], and output [whenever / back-pressure control valve-opening] an indication signal β to input change-over section 11J whenever [valve-opening].

[0034] Whenever [said back-pressure control valve-opening], while the signal of the target pneumatic pressure P_T from target pneumatic pressure setting section 11E is inputted, the signal of the air flow Q from said flow rate sensor 7D is inputted into setting section 11H in a cycle of 10ms. Setting section 11H are based on the signal of the air flow Q which changes gradually toward the signal of the target pneumatic pressure P_T , and target air flow Q_T whenever [this back-pressure control valve-opening]. Map retrieval of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A required within the limits of the CV value of back-pressure control valve 8A to attain the target pneumatic pressure P_T serially] is carried out in a cycle of 10ms, and it outputs to input change-over section 11J, updating the setting signal γ in a cycle of 10ms whenever [valve-opening].

[0035] While the setting signal γ is inputted [whenever / said back-pressure control valve-opening / whenever / valve-opening / from directions section 11G / whenever / indication signal β and said back-pressure control valve-opening] whenever [from setting section 11H / valve-opening], the signal of the air flow Q from said flow rate sensor 7D and the signal of target air flow Q_T from said target air-flow-rate setting section 11B are inputted into input change-over section 11J. To a transient until air flow Q reaches target air flow Q_T , these input change-over section 11J by the comparison with air flow Q and target air flow Q_T . The setting signal γ is outputted [whenever / back-pressure control valve-opening / whenever / valve-opening / from setting section 11H] to control signal output section 11K whenever [valve-opening], and an indication signal β is outputted [whenever / back-pressure control valve-opening / whenever / valve-opening / from directions section 11G] to control signal output section 11K.

whenever [valve-opening] in the steady state after air flow Q reached target air flow Q T.

[0036] Control signal output section 11K output [whenever / said back-pressure control valve-opening / whenever / valve-opening / from setting section 11H / whenever / setting signal gamma or back-pressure control valve-opening / whenever / valve-opening / from directions section 11G] the predetermined polarity for carrying out PWM control of whenever [valve-opening / of said back-pressure control valve 8A], and the driving signal D1 of a duty ratio to back-pressure control valve 8A based on an indication signal beta whenever [valve-opening].

[0037] Based on the target pneumatic pressure PT from said target pneumatic pressure setting section 11E, pressure-control-valve opening setting section 11L carries out map retrieval of the target hydrogen gas pressure of a pressure [a little] higher than this, carries out map retrieval of whenever [valve-opening / of pressure-control-valve 9B required to attain this target hydrogen gas pressure] further, and outputs the setting signal delta to pressure-control-valve opening control signal output section 11M whenever [that valve-opening].

[0038] Pressure-control-valve opening control signal output section 11M output the predetermined polarity for carrying out PWM control of whenever [valve-opening / of said pressure-control-valve 9B], and the driving signal D2 of a duty ratio to pressure-control-valve 9B based on the setting signal delta whenever [said valve-opening].

[0039] In the fuel cell system of 1 operation gestalt constituted as mentioned above, if it gets into the accelerator pedal which is not illustrated, for example and increase of the amount of generations of electrical energy of a fuel cell (FC) 3 is required, the accelerator sensor 10 shown in drawing 1 and drawing 2 will output the accelerator opening signal alpha according to the amount of treading in of an accelerator pedal to a control unit 11. And this control device 11 controls the amount of generations of electrical energy of a fuel cell (FC) 3 in the amount of target generations of electrical energy by controlling the flow rate and pressure of air which are fed to a cathode entrance side with change of the amount of target generations of electrical energy of a fuel cell (FC) 3 to target air flow Q T and the target pneumatic pressure PT to be shown in the flow chart shown in the functional block diagram shown in drawing 2, and drawing 4. The air flow Q to the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 controls the pneumatic pressure P of a cathode entrance side to the target pneumatic pressure PT serially corresponding to the air flow Q which changes to the transient which changes gradually toward target air flow Q T gradually in that case.

[0040] In a control unit 11, amount setting section of target generations of electrical energy 11A which inputted the accelerator opening signal alpha from the accelerator sensor 10 carries out map retrieval of the amount IT of target generations of electrical energy according to the accelerator include-angle signal alpha (S1), and outputs the signal to target air-flow-rate setting section 11B. Then, map retrieval of the target air flow Q T required for target air-flow-rate setting section 11B to attain the amount IT of target generations of electrical energy is carried out (S2), and the signal of the target air flow Q T is outputted to air-flow-rate feedback control section 11C and target pneumatic pressure setting section 11E. Moreover, flow rate sensor 7D detects the air flow Q to the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 (S3), and outputs the signal to setting section 11H and input change-over section 11J, respectively whenever [air-flow-rate feedback control section 11C and back-pressure control valve-opening].

[0041] Next, air-flow-rate feedback control section 11C, drive motor control signal output part 11D, and the drive unit (PDU) 5 carry out feedback control of the engine speed of supercharger (S/C) 7B so that it may be completed as target air flow Q T by the detected actual air flow Q (S4). That is, air-flow-rate feedback control section 11C which inputted the signal of target air flow Q T and the signal of the air flow Q from flow rate sensor 7D outputs the PID-action signal QC for completing quickly the deflection of the amount QT of target airstream ON, and the detected amount Q of airstream ON as zero to drive motor control signal output part 11D. Drive motor control signal output part 11D which inputted the PID-action signal QC generates the PWM control signal QP based on the PID-action signal QC, and outputs this to the drive unit (PDU) 5. And when this drive unit (PDU) 5 carries out the rotation drive of drive-motor 7F according to a predetermined polarity and the drive current of a duty ratio based on the PWM control signal QP, as the rotational speed of supercharger (S/C) 7B carries out a gradual increase and the amount Q of airstream ON which flows into the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 is shown in drawing 5, a gradual increase is carried out toward the amount QT of target airstream ON.

[0042] On the other hand, target pneumatic pressure setting section 11E which inputted the signal of target air-flow-rate setting section 11B to target air flow Q T outputs the signal of the target pneumatic pressure PT required to attain target air flow Q T in the range of the CV value of said back-pressure control valve 8A to setting section 11H and pressure-control-valve opening setting section 11L whenever [pneumatic pressure

feedback control section 11F and back-pressure control valve-opening].

[0043] Pressure-control-valve opening setting section 11L which inputted the signal of said target pneumatic pressure PT sets up the target hydrogen gas pressure of a proper pressure [a little] higher than the target pneumatic pressure PT, and outputs the setting signal delta to pressure-control-valve opening control signal output section 11M whenever [valve-opening / of pressure-control-valve 9B required to attain this target hydrogen gas pressure]. And a predetermined polarity for pressure-control-valve opening control signal output section 11M to carry out PWM control of whenever [valve-opening / of said pressure-control-valve 9B] according to the setting signal delta whenever [valve-opening] and the driving signal D2 of a duty ratio are outputted to pressure-control-valve 9B. In this way, the pressure of the hydrogen gas supplied to the anode entrance side of a fuel cell (FC) 3 is adjusted to a proper pressure [a little] higher than said target pneumatic pressure PT.

[0044] Here, in the flow chart of drawing 4 , it is judged based on temporal response deltaQT of temporal response deltaalpha of the accelerator opening signal alpha, or target air flow Q T whether the amount IT of target generations of electrical energy was changed (S5). When the judgment result of this step S5 is YES, it is judged whether it was completed as target air flow Q T by air flow Q (S6).

[0045] The judgment result of said step S6 is NO, and the pneumatic pressure P of a cathode entrance side is serially controlled to the target pneumatic pressure PT corresponding to the air flow Q from which control signal output section 11K change [whenever / back-pressure control valve-opening] to the transient from which the air flow Q to the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 changes gradually toward target air flow Q T gradually whenever [setting section 11H, input change-over section 11J, and valve-opening]. Whenever [back-pressure control valve-opening / which inputted the signal of said target pneumatic pressure PT, and the signal of the air flow Q from flow rate sensor 7D] namely, setting section 11H As shown in drawing 5 , map retrieval of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A required to attain the target pneumatic pressure PT serially corresponding to the air flow Q which carries out a gradual increase toward target air flow Q T] is carried out (S7), and it outputs to input change-over section 11J, updating the setting signal gamma in a cycle of 10ms whenever [this valve-opening]. Then, the setting signal gamma is outputted [whenever / valve-opening / which input change-over section 11J inputted from setting section 11H whenever / back-pressure control valve-opening] to control signal output section 11K whenever [valve-opening]. By outputting a predetermined polarity for control signal output section 11K carrying out [whenever / said valve-opening] PWM control of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A] according to the setting signal gamma whenever [valve-opening], and the driving signal D1 of a duty ratio to back-pressure control valve 8A, whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A] is controlled to gamma (S8). In this case, whenever [said valve-opening], in the initial stage to which the amount Q of airstream ON begins to rise, the value of the setting signal gamma once falls, as shown in drawing 5 , and it is set as a property which increases according to the rise of the amount Q of airstream ON after that. For this reason, the pneumatic pressure P of the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 does not once fall like the conventional example shown with a broken line, and carries out a gradual increase toward the target pneumatic pressure PT.

[0046] When the judgment result of step S5 is NO in the flow chart of drawing 4 on the other hand, Or are the case where the judgment result of step S6 is YES, and after the actual air flow Q detected by flow rate sensor 7D reached target air flow Q T, it sets. Control signal output section 11K carry out [whenever / pneumatic pressure feedback control section 11F and back-pressure control valve-opening] feedback control of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A] to beta whenever [directions section 11G, input change-over section 11J, and valve-opening] so that it may be completed as the target pneumatic pressure PT by the actual pneumatic pressure P detected by pressure-sensor 7E. That is, pneumatic pressure feedback control section 11F which inputted the signal of the target pneumatic pressure PT and the signal of the pneumatic pressure P from pressure-sensor 7E output the PID-action signal PC for completing quickly the deflection of the target pneumatic pressure PT and the detected pneumatic pressure P as zero to directions section 11G whenever [back-pressure control valve-opening]. And based on the PID-action signal PC, directions section 11G carry out map retrieval of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A required to attain the target airstream inlet pressure PT], and output [whenever / back-pressure control valve-opening / which inputted the PID-action signal PC] an indication signal beta to input change-over section 11J whenever [(S9) and its valve-opening]. Then, the setting signal beta is outputted [whenever / valve-opening / which input change-over section 11J inputted from directions section 11G whenever / back-pressure control valve-opening] to control signal output section 11K whenever [valve-opening]. By outputting a predetermined polarity for control signal output section 11K carrying out

[whenever / said valve-opening] PWM control of whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A] according to the setting signal beta whenever [valve-opening], and the driving signal D1 of a duty ratio to back-pressure control valve 8A, whenever [valve-opening / of back-pressure control valve 8A] is controlled to beta (S10).

[0047] That is, according to the fuel cell system of 1 operation gestalt, in the transient from which the air flow Q to the cathode entrance side of a fuel cell (FC) 3 changes gradually toward target air flow Q T, a transient space-time atmospheric-pressure control means controls the pneumatic pressure P of a cathode entrance side to the target pneumatic pressure PT serially corresponding to change of the air flow Q to the cathode entrance side serially detected by flow rate sensor 7D. Therefore, the rise of the electrode differential pressure in a fuel cell (FC) 3 can be prevented beforehand, and breakage of PEM (hydrogen ion exchange film) which constitutes MEA of a fuel cell (FC) 3 can be prevented certainly. And time delay until the pneumatic pressure P of a cathode entrance side turns into the target pneumatic pressure PT can be canceled, and the responsibility over the change in the amount of generations of electrical energy of a fuel cell (FC) 3 can be raised.

[0048]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the fuel cell system concerning this invention, in the transient from which the air flow rate to the cathode entrance side of a fuel cell changes gradually toward a target air flow rate with change of said amount of target generations of electrical energy, a transient space-time atmospheric-pressure control means controls the pneumatic pressure of a cathode entrance side to target pneumatic pressure serially corresponding to change of the air flow rate to the cathode entrance side serially detected by the flow rate sensor. Therefore, the rise of the electrode differential pressure in a fuel cell can be prevented beforehand, and breakage of PEM (hydrogen ion exchange film) which constitutes MEA of a fuel cell can be prevented certainly. And time delay until the pneumatic pressure of a cathode entrance side turns into target pneumatic pressure can be canceled, and the responsibility over the change in the amount of generations of electrical energy of a fuel cell can be raised.

[Translation done.]

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

[Drawing 1]

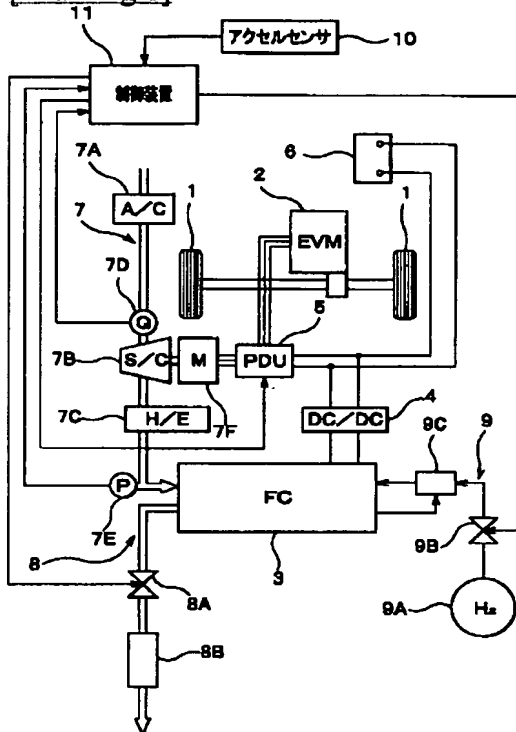
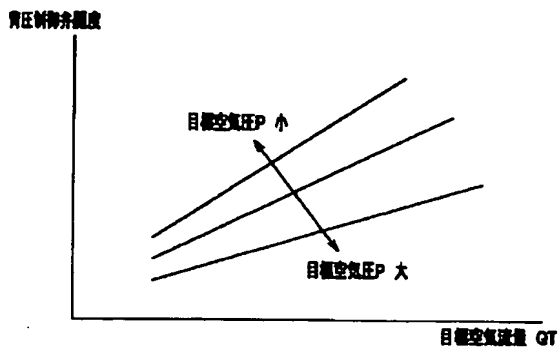
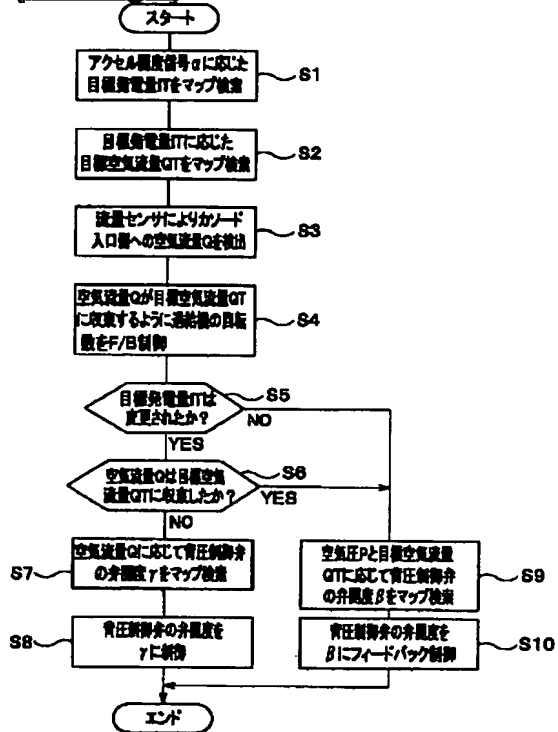


Figure 1 is a block diagram of a control system for a power plant. The diagram shows a sequence of control blocks: 10 (アクセルセンサ), 11A (目標電流設定部), 11B (目標電流演算部), 11C (電圧指令フィードバック制御部), 11D (励磁電圧指令出力部), 5 (電源ユニット), 7D (流量センサ), 11E (目標電圧設定部), 11F (電圧指令フィードバック制御部), 7E (圧力センサ), 11G (電圧指令演算部), 11H (電圧指令演算部), 11I (電圧指令演算部), 11J (電圧指令演算部), 11K (電圧指令演算部), 8A (電圧制御部), 11L (電圧指令演算部), 11M (電圧指令演算部), 9B (電圧制御部). The diagram includes various feedback loops and signal paths labeled with Greek letters and numbers.

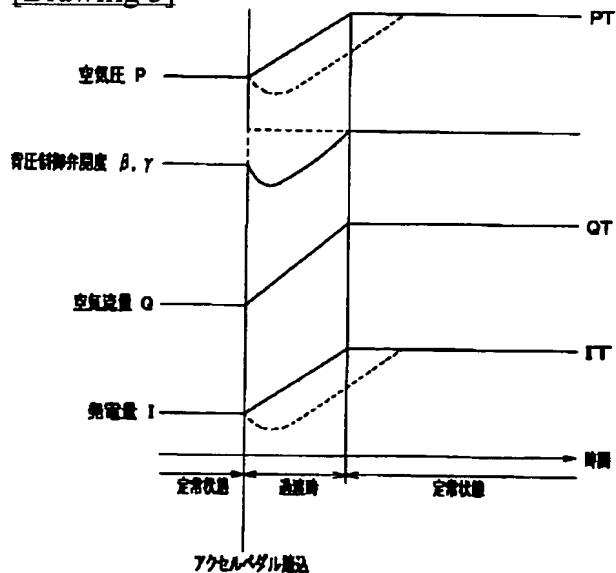
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-42839
(P2002-42839A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002. 2. 8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	A 5 H 0 2 6
	8/00	8/00	P 5 H 0 2 7
	8/10	8/10	Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-223194 (P2000-223194)

(22) 出願日 平成12年7月25日 (2000. 7. 25)

(71) 出願人 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 黒▲崎▼ 浩二
埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 上原 順司
埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414
弁理士 磯野 道造

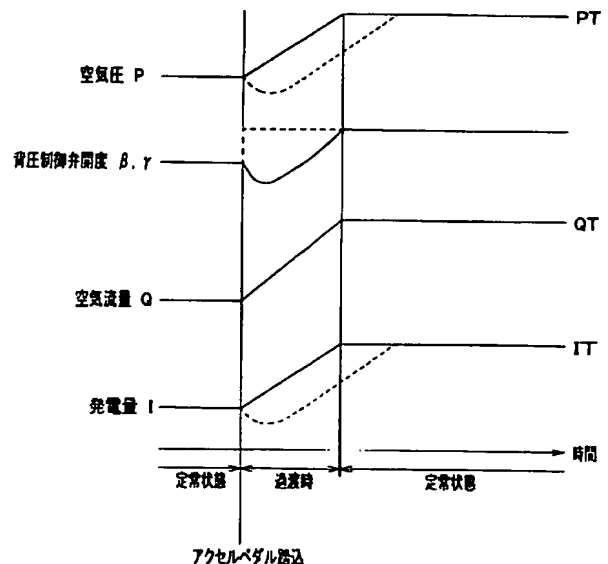
Fターム (参考) 5H026 AA08
5H027 AA06 BA13 DD00 DD03 KK22
MM03 MM04 MM26

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池のカソード入口側への空気流量が目標空気流量に到達するまでの過渡時において、燃料電池内の極間差圧の上昇を防止でき、かつ、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れを解消できる燃料電池システムおよびその制御方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池の発電量の変更に伴ってカソード入口側への空気流量 (Q) および空気圧 (P) をそれぞれ目標空気流量 (QT) および目標空気圧 (PT) に制御する際、空気流量 (Q) が目標空気流量 (QT) に到達するまでの過渡時には、目標空気流量 (QT) に向けて漸次変化する空気流量 (Q) に対応して空気圧 (P) を逐次目標空気圧 (PT) に制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池と、燃料電池のカソード入口側へ空気を圧送する過給機と、燃料電池のカソード出口側から排出される空気の背圧を制御可能な背圧制御弁と、前記カソード入口側への空気流量を検出する流量センサと、前記過給機の回転速度を制御することにより前記カソード入口側への空気流量を燃料電池の目標発電量に応じた目標空気流量に制御する空気流量制御手段と、前記背圧制御弁の開度を制御することにより前記カソード入口側の空気圧を前記目標空気流量に応じた目標空気圧に制御する空気圧制御手段とを備えた燃料電池システムにおいて、前記目標発電量の変化に伴って前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、前記流量センサにより逐次検出される空気流量の変化に対応して前記背圧制御弁の開度を逐次制御することにより前記空気圧を逐次目標空気圧に制御する過渡時空気圧制御手段を設けたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された燃料電池システムであって、前記過渡時空気圧制御手段は、前記流量センサにより逐次検出される空気流量および前記目標空気圧に応じて前記背圧制御弁の開度を逐次制御することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載された燃料電池システムであって、前記過渡時空気圧制御手段は、前記空気流量が目標空気流量に到達するまで作動を継続することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】 燃料電池のカソード入口側へ圧送される空気の流量および圧力を目標空気流量および目標空気圧に制御することにより燃料電池の発電量を制御する燃料電池システムの制御方法であって、燃料電池の発電量の変化に伴い前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、漸次変化する空気流量に対応して前記空気圧を逐次目標空気圧に制御することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水素と酸素の化学反応により発電する燃料電池システムおよびその制御方法に関し、詳しくは、その発電量を増減させる際の過渡時における性能を向上させた燃料電池システムおよびその制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、従来のエンジンに替えて走行用モータを搭載する各種の電気自動車が開発されている。この種の電気自動車の一つとして、例えば PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) と略称される水素イオン交換膜型燃料電池（以下、PEM 型燃料電池または燃料電池という。）を走行用モータの電源として搭載する燃料電池自動車の開発が急速に進められている。

【0003】 前記 PEM 型燃料電池は、発電単位である

セルを多数積層した構造のスタックとして構成されている。前記各セルは、水素供給路を有するアノード側セパレータと酸素供給路を有するカソード側セパレータとの間に MEA (Membrane Electrode Assembly) と略称される膜・電極接合体を挟み込んだ構造を有している。この MEA は、PEM (Proton Exchange Membrane) と略称される固体高分子材料の水素イオン交換膜の片面にアノード側電極触媒層およびガス拡散層が順次積層され、前記 PEM (水素イオン交換膜) の他の片面にカソード側電極触媒層およびガス拡散層が順次積層されて構成されている。

【0004】 この種の PEM 型燃料電池では、水素ガスが前記水素供給路をアノード入口側からアノード出口側へ向って流通し、酸素を含む空気が前記酸素供給路をカソード入口側からカソード出口側へ向って流通すると、各セルのアノード側から水素イオンが湿潤状態の MEA の PEM (水素イオン交換膜) を透過してカソード側へ移動することにより、各セルが 1 V 程度の起電力を発生する。このような発電メカニズムを有する PEM 型燃料電池においては、空気および水素ガスを連続的に供給して発電を継続させるため、例えば過給機により空気を圧送する空気供給系がカソード入口側に付設され、カソード出口側には例えば背圧制御弁を有する空気排出系が付設されている。また、アノード入口側には、イジェクタにより水素ガスを供給する水素ガス供給系が付設されている。

【0005】 前記のように燃料電池に空気供給系、空気排出系および水素ガス供給系が付設された燃料電池システムにおいては、過給機の回転速度を増減制御してカソード入口側への空気流量を増減することにより、発電量（発電電流または発電電力）が増減制御される。その際、燃料電池内の前記 MEA の両側に作用する水素ガス圧と空気圧との極間差圧が大きくなると、MEA を構成する前記 PEM (固体高分子材料からなる水素イオン交換膜) が破損する恐れがあるため、通常、前記極間差圧が許容値内となるように、アノード入口側の水素ガス圧およびカソード入口側の空気圧がそれぞれ制御される。すなわち、従来の燃料電池システムにおいては、カソード入口側への空気流量が目標空気流量となるように前記空気供給系の過給機の回転速度が目標値に制御されると共に、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるように前記空気排出系の背圧制御弁の開度が目標値に制御されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前記過給機の回転速度が目標値に到達してカソード入口側への空気流量が目標空気流量となるまでの時間に比べ、前記背圧制御弁の開度が目標値に到達するまでの時間は各段に短い。それにも拘らず、従来の燃料電池システムにおいては、目標空気流量に対応した目標空気圧となるように

10

20

30

40

50

背圧制御弁の弁開度を急激に目標値に制御している。例えば、図5に示すように、空気流量 Q を所定の目標空気流量 Q_T まで増大させる際、背圧制御弁開度 γ を破線で示すように急激に目標空気流量 Q_T に対応する目標値に制御している。このため、空気流量 Q が目標空気流量 Q_T に到達するまでの過渡時においては、背圧制御弁が先に目標空気流入量 Q_T に対応する目標値の弁開度まで過剰に開いてしまい、過給機によりカソード入口側へ圧送される空気の空気圧 P を背圧制御弁の下流側に逃してしまう。その結果、カソード入口側の空気圧 P は、一旦低下した後に目標空気圧 P_T となり、その圧力上昇が遅れるという挙動を示す。なお、空気流量 Q を所定の目標空気流量 Q_T まで減少させる際には、空気流量 Q が目標空気流量 Q_T に到達するまでの過渡時において空気圧 P が一旦上昇した後に目標空気圧 P_T となり、その圧力低下が遅れるという挙動を示す。

【0007】このように従来の燃料電池システムでは、発電量の増減に応じてカソード入口側への空気流量を目標空気流量まで増減させる際の過渡時において、カソード入口側の空気圧が一旦低下または上昇するため、燃料電池内の極間差圧（MEAのPEMに印加されるアノード側とカソード側の圧力差）が増大するという問題がある。また、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでに時間的遅れがあり、応答性が悪いという問題がある。

【0008】そこで、本発明は、カソード入口側への空気流量が目標空気流量に到達するまでの過渡時において、燃料電池内の極間差圧の上昇を防止でき、かつ、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れを解消できる燃料電池システムおよびその制御方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決する手段として、本発明に係る燃料電池システムは、燃料電池と、燃料電池のカソード入口側へ空気を圧送する過給機と、燃料電池のカソード出口側から排出される空気の背圧を制御可能な背圧制御弁と、前記カソード入口側への空気流量を検出する流量センサと、前記過給機の回転速度を制御することにより前記カソード入口側への空気流量を燃料電池の目標発電量に応じた目標空気流量に制御する空気流量制御手段と、前記背圧制御弁の弁開度を制御することにより前記カソード入口側の空気圧を前記目標空気流量に応じた目標空気圧に制御する空気圧制御手段とを備えた燃料電池システムにおいて、前記目標発電量の変化に伴って前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、前記流量センサにより逐次検出される空気流量の変化に対応して前記背圧制御弁の弁開度を逐次制御することにより前記空気圧を逐次目標空気圧に制御する過渡時空気圧制御手段を設けたことを特徴とする。

【0010】本発明に係る燃料電池システムでは、前記目標発電量の変化に伴って燃料電池のカソード入口側への空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時において、前記流量センサにより逐次検出されるカソード入口側への空気流量の変化に対応して前記過渡時空気圧制御手段がカソード入口側の空気圧を逐次目標空気圧に制御する。このため、燃料電池内の極間差圧の上昇が未然に防止されると共に、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れが解消される。

10 【0011】本発明の燃料電池システムにおいて、前記過渡時空気圧制御手段は、カソード入口側への空気流量が目標空気流量に到達するまで作動を継続する。この場合、過渡時空気圧制御手段は、前記流量センサにより逐次検出される空気流量と、前記目標空気流量に応じた目標空気圧とに応じて、例えばマップ検索等の手法により、前記背圧制御弁の弁開度を逐次制御する。

20 【0012】また、前記の課題を解決する手段として、本発明に係る燃料電池システムの制御方法は、燃料電池のカソード入口側へ圧送される空気の流量および圧力を目標空気流量および目標空気圧に制御することにより燃料電池の発電量を制御する燃料電池システムの制御方法であって、燃料電池の発電量の変化に伴い前記空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時には、漸次変化する空気流量に対応して前記空気圧を逐次目標空気圧に制御することを特徴とする。

【0013】

30 【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る燃料電池システムおよびその制御方法の実施の形態を説明する。参照する図面において、図1は一実施形態として車両に搭載された燃料電池システムを含む車両の駆動系の構成図、図2は一実施形態に係る燃料電池システムの制御系の機能ブロック図、図3は一実施形態に係る燃料電池システムにおける目標空気流量と目標空気圧との関係を示す線図である。

40 【0014】一実施形態に係る燃料電池システムを説明するに当たり、まず、この燃料電池システムを搭載した車両の駆動系の構造を図1により説明する。この車両は、いわゆる燃料電池電気自動車であり、駆動輪1を回転駆動する走行用モータ（EVM）2の電源として、燃料電池（FC）3が搭載されている。この燃料電池（FC）3は、高圧分配器（DC/DC）4を介して駆動ユニット（PDU）5およびバッテリー6に給電するように回路構成されている。そして、この駆動ユニット5が少なくとも前記走行用モータ（EVM）2および後記する過給機（S/C）7Bの駆動モータ7Fを駆動するように回路構成されている。

50 【0015】前記燃料電池（FC）3は、発電単位である多数のセルが積層された構造のPEM型燃料電池である。この燃料電池（FC）3には、カソード入口側に空気（酸素）を供給する空気供給系7と、カソード出口側

から空気を排出する空気排出系 8 とが付設されている。また、この燃料電池 (FC) 3 には、アノード入口側に水素ガスを供給する水素ガス供給系 9 が付設されている。

【0016】前記燃料電池 (FC) 3 の空気供給系 7 には、上流側から下流側へ向ってエアクリーナ (A/C) 7 A、過給機 (S/C) 7 B、インタークーラ (H/E) 7 C が配設されている。そして、この空気供給系 7 には、過給機 (S/C) 7 B の上流側において燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q を検出する流量センサ 7 D と、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口付近において空気圧 P を検出する圧力センサ 7 E とが設けられている。

【0017】前記エアクリーナ (A/C) 7 A は、流入空気のフィルタ機能を有する限り、如何なる形式のものであってもよい。このエアクリーナ (A/C) 7 A の上流側にはレゾネータ等の吸気消音器を配設してもよい。

【0018】前記過給機 (S/C) 7 B は、0~12000rpm の回転速度範囲を有し、回転速度に応じて空気流量 Q を直線的に変化させることができる。この過給機 (S/C) 7 B は、前記駆動モータ 7 F が前記駆動ユニット (PDU) 5 から供給される所定のディーティ比の駆動電流によって回転駆動されることにより、12000rpm/sec の変化率で回転速度が可変に制御される。

【0019】前記インタークーラ (H/E) 7 C は、図示しない冷却液循環系、すなわち、前記走行用モータ (EVM) 2、燃料電池 (FC) 3、高圧分配器 (DC/DC) 4、駆動ユニット (PDU) 5 および駆動モータ 7 F を冷却する冷却液循環系との間で熱交換可能に構成されている。

【0020】前記流量センサ 7 D としては、ベーン式、カルマン渦式、熱線式などの種々の形式のエアフローメータを使用することができる。また、前記圧力センサ 7 E としては、半導体圧力センサなどの適宜の形式のものを使用することができる。

【0021】また、前記燃料電池 (FC) 3 の空気排出系 8 には、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側の空気圧 P を制御するための背圧制御弁 8 A が介設されている。この背圧制御弁 8 A は、CV (Capacity of Valve) 値が約 8.5 であり、弁の開閉速度は 8000deg/sec 程度である。そして、この背圧制御弁 8 A は、10ms 毎の周期で開閉度が制御される。

【0022】一方、燃料電池 (FC) 3 の水素ガス供給系 9 には、上流側から下流側へ向かって水素タンク 9 A、圧力制御弁 9 B、イジェクタ 9 C が配設されている。なお、発電に使用されずにアノード出口側から排出される水素ガスは、前記イジェクタ 9 C に還流されるように構成されている。

【0023】ここで、一実施形態に係る燃料電池システ

ムは、少なくとも前記流量センサ 7 D、圧力センサ 7 E および後記するアクセルセンサ 10 からそれぞれ検出信号を入力し、駆動ユニット (PDU) 5、背圧制御弁 8 A および圧力制御弁 9 B にそれぞれ制御信号を出力する制御装置 11 を備えている。この制御装置 11 は、前記流量センサ 7 D、圧力センサ 7 E、アクセルセンサ 10、背圧制御弁 8 A、圧力制御弁 9 B 等との間の入出力インターフェース I/O、前記流量センサ 7 D、圧力センサ 7 E、アクセルセンサ 10 から入力されるアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D コンバータの他、各種のデータやプログラムを記憶している ROM (Read Only Memory)、各種のデータ等を一時記憶する RAM (Random Access Memory)、各種の演算処理を行う CPU (Central Processing Unit) 等をハードウェアとして備えている。

【0024】前記制御装置 11 には、燃料電池システムを制御するソフトウェア構成として、前記過給機 (S/C) 7 B の回転速度を制御することにより燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q を燃料電池 (FC) 3 の目標発電量に応じた目標空気流量に制御する空気流量制御手段と、前記背圧制御弁 8 A の弁開度を制御することにより前記カソード入口側の空気圧 P を前記目標空気流量に応じた目標空気圧に制御する空気圧制御手段とが構成されている。また、前記圧力制御弁 9 B の弁開度を制御することにより前記アノード入口側の水素ガス圧を前記目標空気圧に応じた目標水素ガス圧に制御する水素ガス圧制御手段が構成されている。そして、特に、前記目標発電量の変化に伴って前記空気流量 Q が目標空気流量に向って漸次変化する過渡時において、前記流量センサ 7 D により逐次検出される空気流量 Q の変化に対応して前記背圧制御弁 8 A の弁開度を逐次制御することにより前記空気圧 P を逐次目標空気圧に制御する過渡時空気圧制御手段が構成されている。

【0025】前記空気流量制御手段、空気圧制御手段、水素ガス圧制御手段および過渡時空気圧制御手段の各機能を達成するため、前記制御装置 11 は、図 2 に示すような各機能ブロックを備えている。すなわち、空気流量制御手段の機能を達成するブロックとして、目標発電量設定部 11 A、目標空気流量設定部 11 B、空気流量フィードバック制御部 11 C、駆動モータ制御信号出力部 11 D を備えている。また、空気圧制御手段の機能を達成するブロックとして、目標空気圧設定部 11 E、空気圧フィードバック制御部 11 F、背圧制御弁開度指示部 11 G、入力切換部 11 J、弁開度制御信号出力部 11 K を備えている。そして、過渡時空気圧制御手段の機能を達成するブロックとして、前記目標空気圧設定部 11 E、入力切換部 11 J、弁開度制御信号出力部 11 K と共に、背圧制御弁開度設定部 11 H を備えている。なお、水素ガス圧制御手段の機能を達成するブロックとして、圧力制御弁開度設定部 11 L および圧力制御弁開度

制御信号出力部 11M を備えている。

【0026】前記制御装置 11 の各機能ブロックについて説明すると、目標発電量設定部 11A には、アクセルセンサ 10 からのアクセル角度信号 α が入力される。このアクセルセンサ 10 は、例えばポテンショメータからなり、燃料電池自動車の負荷変動に応じたアクセルペダル（図示省略）の踏み込み角度をアクセル角度 α として検出する。そして、このアクセルセンサ 10 が出力するアクセル角度 α のアナログ信号は、デジタル信号に変換されて目標発電量設定部 11A に入力される。この目標発電量設定部 11A は、アクセル角度信号 α に応じた目標発電量をマップ検索し、その目標発電量 I T の信号を目標空気流量設定部 11B に出力する。

【0027】目標空気流量設定部 11B は、前記目標発電量設定部 11A から入力した目標発電量 I T の信号に基づき、目標発電量 I T を達成するのに必要な空気流量をマップ検索し、その目標空気流量 Q T の信号を空気流量フィードバック制御部 11C および目標空気圧設定部 11E に出力する。

【0028】空気流量フィードバック制御部 11C には、前記目標空気流量設定部 11B からの目標空気流量 Q T の信号が入力されると共に、前記流量センサ 7D が出力する空気流量 Q のアナログ信号がデジタル信号に変換されて入力される。この空気流量フィードバック制御部 11C は、前記目標空気流量 Q T に対する空気流量 Q の偏差に対して、比例 (Proportional)、積分 (Integral)、微分 (Differential) の各動作を与えることにより、その偏差を迅速にゼロに収束させるための P I D 動作信号 Q C を駆動モータ制御信号出力部 11D に出力する。

【0029】前記駆動モータ制御信号出力部 11D は、前記 P I D 動作信号 Q C に基いて駆動モータ 7F に流す電流をパルス幅変調により制御するための PWM (Pulse Width Modulation) 制御信号 Q P を生成し、これを駆動ユニット (PDU) 5 に出力する。

【0030】前記駆動ユニット (PDU) 5 は、駆動モータ制御信号出力部 11D からの PWM 制御信号 Q P に基いて図示しないパワー FET (Field Effect Transistor) のブリッジ回路をスイッチング駆動することにより、駆動モータ 7F を所定の極性およびデューティ比の駆動電流によって回転駆動する。すなわち、過給機 (S/C) 7B が目標空気流量 Q T を達成するように駆動モータ 7F を回転駆動する。なお、詳細な説明は省略するが、前記駆動ユニット (PDU) 5 は、アクセルセンサ 10 のアクセル角度 α の信号に基づき、走行用モータ (EVM) 2 を所定のデューティ比の駆動電流によって回転駆動するように構成されている。

【0031】目標空気圧設定部 11E は、前記目標空気流量設定部 11B からの目標空気流量 Q T の信号に基づき、図 3 に示す特性のマップを参照して、目標空気流量

Q T を達成するのに必要な空気圧を前記背圧制御弁 8A の C V 値の範囲でマップ検索する。そして、検索した目標空気圧 P T の信号を空気圧フィードバック制御部 11F、背圧制御弁開度設定部 11H および圧力制御弁開度設定部 11L に出力する。

【0032】空気圧フィードバック制御部 11F には、前記目標空気圧設定部 11E からの目標空気圧 P T の信号が入力されると共に、前記圧力センサ 7E が出力する空気圧 P のアナログ信号がデジタル信号に変換されて入力される。この空気圧フィードバック制御部 11F は、前記目標空気圧 P T に対する空気圧 P の偏差に対して比例 (P)、積分 (I)、微分 (D) の各動作を与えることにより、その偏差を迅速にゼロに収束させるための P I D 動作信号 P C を背圧制御弁開度指示部 11G に出力する。

【0033】背圧制御弁開度指示部 11G は、前記 P I D 動作信号 P C に基づき、背圧制御弁 8A の C V 値の範囲内で目標空気圧 P T を達成するのに必要な背圧制御弁 8A の弁開度をマップ検索し、その弁開度指示信号 β を入力切換部 11J に出力する。

【0034】前記背圧制御弁開度設定部 11H には、目標空気圧設定部 11E からの目標空気圧 P T の信号が入力されると共に、前記流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号が 10ms 周期で入力される。この背圧制御弁開度設定部 11H は、目標空気圧 P T の信号および目標空気流量 Q T に向って漸次変化する空気流量 Q の信号に基づき、背圧制御弁 8A の C V 値の範囲内で目標空気圧 P T を逐次達成するのに必要な背圧制御弁 8A の弁開度を 10ms 周期でマップ検索し、その弁開度設定信号 γ を 10ms 周期で更新しつつ入力切換部 11J に出力する。

【0035】入力切換部 11J には、前記背圧制御弁開度指示部 11G からの弁開度指示信号 β および前記背圧制御弁開度設定部 11H からの弁開度設定信号 γ が入力されると共に、前記流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号および前記目標空気流量設定部 11B からの目標空気流量 Q T の信号が入力される。この入力切換部 11J は、空気流量 Q と目標空気流量 Q T との比較により、空気流量 Q が目標空気流量 Q T に到達するまでの過渡時には、背圧制御弁開度設定部 11H からの弁開度設定信号 γ を弁開度制御信号出力部 11K に出力し、空気流量 Q が目標空気流量 Q T に到達した以降の定常状態では、背圧制御弁開度指示部 11G からの弁開度指示信号 β を弁開度制御信号出力部 11K に出力する。

【0036】弁開度制御信号出力部 11K は、前記背圧制御弁開度設定部 11H からの弁開度設定信号 γ または背圧制御弁開度指示部 11G からの弁開度指示信号 β に基づき、前記背圧制御弁 8A の弁開度を PWM 制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号 D 1 を背圧制御弁 8A に出力する。

【0037】圧力制御弁開度設定部 11L は、前記目標

空気圧設定部 11E からの目標空気圧 P T に基き、これより若干高い圧力の目標水素ガス圧をマップ検索し、さらに、この目標水素ガス圧を達成するのに必要な圧力制御弁 9B の弁開度をマップ検索し、その弁開度設定信号 δ を圧力制御弁開度制御信号出力部 11M に出力する。

【0038】圧力制御弁開度制御信号出力部 11M は、前記弁開度設定信号 δ に基き、前記圧力制御弁 9B の弁開度を PWM 制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号 D 2 を圧力制御弁 9B に出力する。

【0039】以上のように構成された一実施形態の燃料電池システムにおいては、例えば図示しないアクセルペダルが踏み込まれて燃料電池 (FC) 3 の発電量の増大が要求されると、図 1 および図 2 に示すアクセルセンサ 10 がアクセルペダルの踏み込み量に応じたアクセル開度信号 α を制御装置 11 に出力する。そして、この制御装置 11 は、図 2 に示す機能ブロック図および図 4 に示すフローチャートに示すように、燃料電池 (FC) 3 の目標発電量の変化に伴ってカソード入口側へ圧送される空気の流量および圧力を目標空気流量 Q T および目標空気圧 P T に制御することにより、燃料電池 (FC) 3 の発電量を目標発電量に制御する。その際、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q が目標空気流量 Q T に向かって漸次変化する過渡時には、漸次変化する空気流量 Q に対応してカソード入口側の空気圧 P を逐次目標空気圧 P T に制御する。

【0040】制御装置 11 においては、アクセルセンサ 10 からアクセル開度信号 α を入力した目標発電量設定部 11A がアクセル角度信号 α に応じた目標発電量 I T をマップ検索し (S 1)、その信号を目標空気流量設定部 11B に出力する。続いて、目標空気流量設定部 11B が目標発電量 I T を達成するのに必要な目標空気流量 Q T をマップ検索し (S 2)、その目標空気流量 Q T の信号を空気流量フィードバック制御部 11C および目標空気圧設定部 11E に出力する。また、流量センサ 7D が燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q を検出し (S 3)、その信号を空気流量フィードバック制御部 11C、背圧制御弁開度設定部 11H、入力切換部 11J にそれぞれ出力する。

【0041】次に、検出された実際の空気流量 Q が目標空気流量 Q T に収束するように、空気流量フィードバック制御部 11C、駆動モータ制御信号出力部 11D、駆動ユニット (PDU) 5 が過給機 (S/C) 7B の回転数をフィードバック制御する (S 4)。すなわち、目標空気流量 Q T の信号および流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号を入力した空気流量フィードバック制御部 11C は、目標空気流入量 Q T と検出された空気流入量 Q との偏差を迅速にゼロに収束させるための P I D 動作信号 Q C を駆動モータ制御信号出力部 11D に出力する。P I D 動作信号 Q C を入力した駆動モータ制御信号出力部 11D は、その P I D 動作信号 Q C に基いて PWM 制

御信号 Q P を生成し、これを駆動ユニット (PDU) 5 に出力する。そして、この駆動ユニット (PDU) 5 が PWM 制御信号 Q P に基いて駆動モータ 7F を所定の極性およびデューティ比の駆動電流によって回転駆動することにより、過給機 (S/C) 7B の回転速度が漸次増大し、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側へ流入する空気流入量 Q は、図 5 に示すように、目標空気流入量 Q T に向かって漸次増大する。

【0042】一方、目標空気流量設定部 11B から目標空気流量 Q T の信号を入力した目標空気圧設定部 11E は、前記背圧制御弁 8A の C V 値の範囲で目標空気流量 Q T を達成するのに必要な目標空気圧 P T の信号を空気圧フィードバック制御部 11F、背圧制御弁開度設定部 11H および圧力制御弁開度設定部 11L に出力する。

【0043】前記目標空気圧 P T の信号を入力した圧力制御弁開度設定部 11L は、目標空気圧 P T より若干高い適正圧力の目標水素ガス圧を設定し、この目標水素ガス圧を達成するのに必要な圧力制御弁 9B の弁開度設定信号 δ を圧力制御弁開度制御信号出力部 11M に出力する。そして、圧力制御弁開度制御信号出力部 11M が弁開度設定信号 δ に応じて前記圧力制御弁 9B の弁開度を PWM 制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号 D 2 を圧力制御弁 9B に出力する。こうして燃料電池 (FC) 3 のアノード入口側に供給される水素ガスの圧力は、前記目標空気圧 P T より若干高い適正圧力に調整される。

【0044】ここで、図 4 のフローチャートにおいては、アクセル開度信号 α の時間的変化 $\Delta \alpha$ または目標空気流量 Q T の時間的変化 $\Delta Q T$ に基き、目標発電量 I T が変更されたか否かが判定される (S 5)。このステップ S 5 の判定結果が Y E S の場合、続いて、空気流量 Q が目標空気流量 Q T に収束したか否かが判定される (S 6)。

【0045】前記ステップ S 6 の判定結果が N O であって、燃料電池 (FC) 3 のカソード入口側への空気流量 Q が目標空気流量 Q T に向かって漸次変化する過渡時には、背圧制御弁開度設定部 11H、入力切換部 11J、弁開度制御信号出力部 11K が、漸次変化する空気流量 Q に対応してカソード入口側の空気圧 P を逐次目標空気圧 P T に制御する。すなわち、前記目標空気圧 P T の信号および流量センサ 7D からの空気流量 Q の信号を入力した背圧制御弁開度設定部 11H は、図 5 に示すように目標空気流量 Q T に向かって漸次増大する空気流量 Q に対応して目標空気圧 P T を逐次達成するのに必要な背圧制御弁 8A の弁開度をマップ検索し (S 7)、この弁開度設定信号 γ を 10ms 周期で更新しつつ入力切換部 11J に出力する。続いて、入力切換部 11J が背圧制御弁開度設定部 11H から入力した弁開度設定信号 γ を弁開度制御信号出力部 11K に出力し、弁開度制御信号出力部 11K が背圧制御弁 8A の弁開度を前記弁開度設定信

号 γ に応じてPWM制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号D1を背圧制御弁8Aに出力することにより、背圧制御弁8Aの弁開度を γ に制御する(S8)。この場合、前記弁開度設定信号 γ の値は、空気流入量Qが上昇し始める初期段階においては、図5に示すように一旦低下し、その後空気流入量Qの上昇に従って増大するような特性に設定されている。このため、燃料電池(FC)3のカソード入口側の空気圧Pは、破線で示す従来例のように一旦低下することがなく、目標空気圧PTに向って漸次増大する。

【0046】一方、図4のフローチャートにおいて、ステップS5の判定結果がNOの場合、または、ステップS6の判定結果がYESの場合であって、流量センサ7Dで検出された実際の空気流量Qが目標空気流量QTに到達した以降においては、圧力センサ7Eで検出された実際の空気圧Pが目標空気圧PTに収束するように、空気圧フィードバック制御部11F、背圧制御弁開度指示部11G、入力切換部11J、弁開度制御信号出力部11Kが背圧制御弁8Aの弁開度を β にフィードバック制御する。すなわち、目標空気圧PTの信号および圧力センサ7Eからの空気圧Pの信号を入力した空気圧フィードバック制御部11Fは、目標空気圧PTと検出された空気圧Pとの偏差を迅速にゼロに収束させるためのPID動作信号PCを背圧制御弁開度指示部11Gに出力する。そして、PID動作信号PCを入力した背圧制御弁開度指示部11Gは、そのPID動作信号PCに基き、目標空気流入圧PTを達成するのに必要な背圧制御弁8Aの弁開度をマップ検索し(S9)、その弁開度指示信号 β を入力切換部11Jに出力する。続いて、入力切換部11Jが背圧制御弁開度指示部11Gから入力した弁開度設定信号 β を弁開度制御信号出力部11Kに出力し、弁開度制御信号出力部11Kが背圧制御弁8Aの弁開度を前記弁開度設定信号 β に応じてPWM制御するための所定の極性およびデューティ比の駆動信号D1を背圧制御弁8Aに出力することにより、背圧制御弁8Aの弁開度を β に制御する(S10)。

【0047】すなわち、一実施形態の燃料電池システムによれば、燃料電池(FC)3のカソード入口側への空気流量Qが目標空気流量QTに向って漸次変化する過渡時において、流量センサ7Dにより逐次検出されるカソード入口側への空気流量Qの変化に対応して過渡時空気圧制御手段がカソード入口側の空気圧Pを逐次目標空気圧PTに制御する。従って、燃料電池(FC)3内の極間差圧の上昇を未然に防止することができ、燃料電池(FC)3のMEAを構成するPEM(水素イオン交換膜)の破損を確実に防止することができる。しかも、カソード入口側の空気圧Pが目標空気圧PTとなるまでの時間的遅れを解消でき、燃料電池(FC)3の発電量の増減に対する応答性を向上させることができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る燃料電池システムによれば、前記目標発電量の変化に伴って燃料電池のカソード入口側への空気流量が目標空気流量に向って漸次変化する過渡状態において、流量センサにより逐次検出されるカソード入口側への空気流量の変化に対応して過渡時空気圧制御手段がカソード入口側の空気圧を逐次目標空気圧に制御する。従って、燃料電池内の極間差圧の上昇を未然に防止することができ、燃料電池のMEAを構成するPEM(水素イオン交換膜)の破損を確実に防止することができる。しかも、カソード入口側の空気圧が目標空気圧となるまでの時間的遅れを解消でき、燃料電池の発電量の増減に対する応答性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態として車両に搭載された燃料電池システムを含む車両駆動系の構成図である。

【図2】一実施形態に係る燃料電池システムの制御系の機能ブロック図である。

【図3】一実施形態に係る燃料電池システムにおける目標空気流量と目標空気圧との関係を示す線図である。

【図4】一実施形態に係る燃料電池システムの作動手順を示すフローチャートである。

【図5】一実施形態に係る燃料電池システムにおける過渡時の制御特性を示す線図である。

【符号の説明】

2 : 走行用モータ (EVM)

3 : 燃料電池 (FC)

5 : 駆動ユニット (PDU)

7 : 空気供給系

7B : 過給機 (S/C)

7D : 流量センサ

7E : 圧力センサ

7F : 駆動モータ

8 : 空気排出系

8A : 背圧制御弁

9 : 水素ガス供給系

9B : 圧力制御弁

10 : アクセルセンサ

11 : 制御装置

11A : 目標発電量設定部

11B : 目標空気流入量設定部

11C : 空気流入量フィードバック制御部

11D : 駆動モータ制御信号出力部

11E : 目標空気流入圧設定部

11F : 空気流入圧フィードバック制御部

11G : 背圧制御弁開度指示部

11H : 背圧制御弁開度設定部

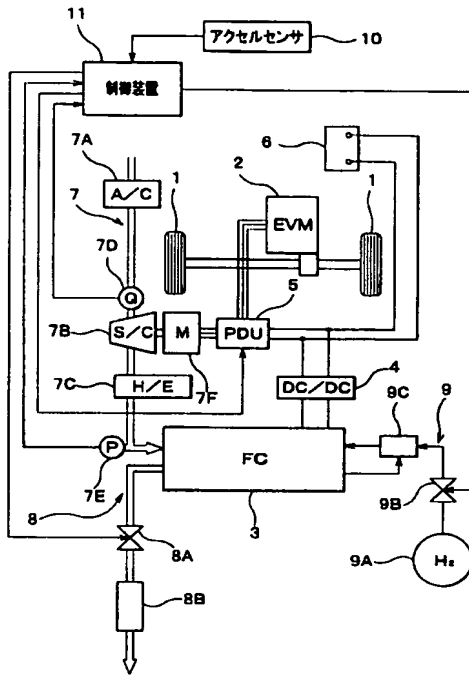
11J : 入力切換部

11K : 弁開度制御信号出力部

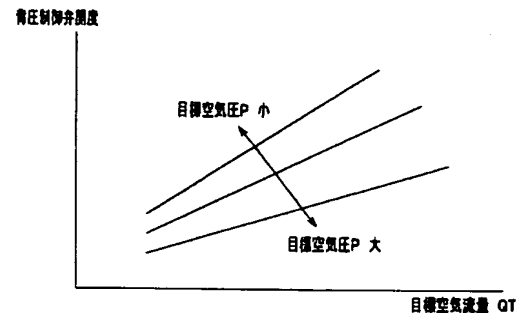
11L : 圧力制御弁開度設定部

11M: 圧力制御弁開度制御信号出力部

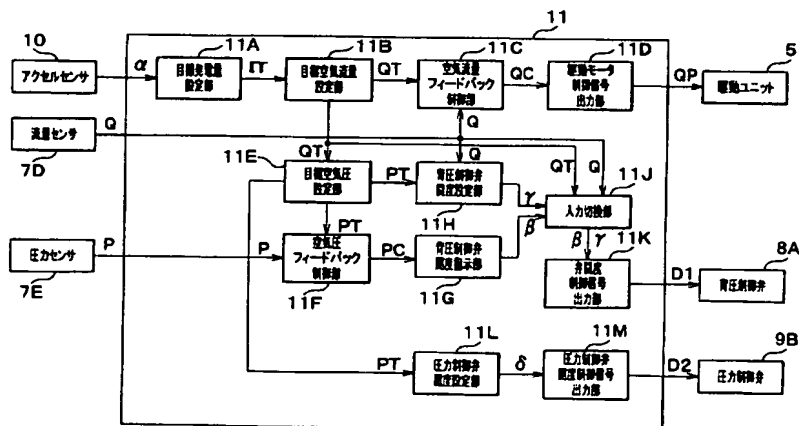
【図1】



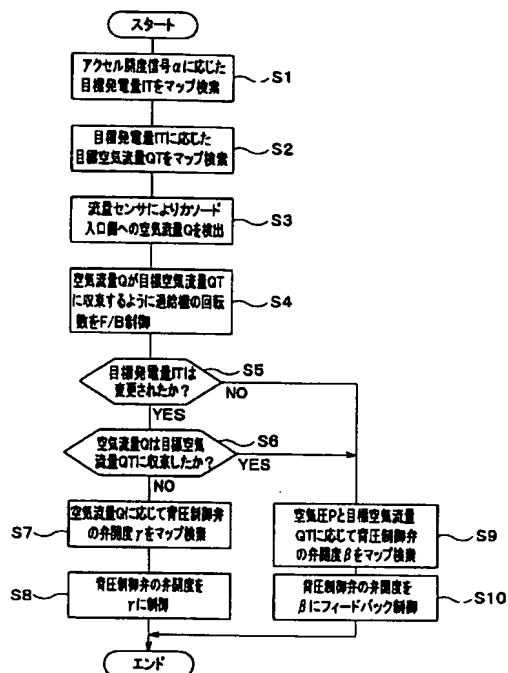
【図3】



【図2】



【図 4】



【図 5】

